特集 大出力真空管シングルアンプの競作

モノーラル構成、無帰還でも低歪率

300B パラシングル

15Wモノーラルパワーアンプ

岩村保雄 IWAMURA Yasuo

人気の真空管300Bをパラ接続することで，無帰還の大出力シングルアンプを製作した．近年，品質が向上してきた中国製 300Bを6267（3結），6F6GT（3結）でドライブし，出力トランスにはPMF-30WS-1.6k（ノグチトランス販売）を使っている．本機は取り扱いと製作の利便性を考えてモノーラル構成とした．無帰還にもかかわらず0.05%（0.1W）と低歪率，最大出力は15W，残留ノイズは0.65mV，*DF* は2.5である．

はじめに

2015年秋の特集として「大出力真空管シングルアンプの競作」を企画するとのことで，読者にとって製作が可能な範囲で魅力的な大出力アンプをいろいろと考えてみた結果，**300B**を2本並列としたパラシングルアンプを製作することにしました．

現在，オリジナルの**300B**は再生産品を含めて中古市場でさえもあまりに高価ですし，新たに購入することは至難の業となっています．したがってWE**300B**を合計4本使うなどということは，よほどの覚悟が必要で，ほとんど考えられないことです．

他方，中国，ロシア，スロバキアなどの国でWE**300B**の同等管が生産されており，最近ではその品質が向上してきていることもまた事実です．さらに，それらの製品は比較的安価で販売されています．そこで，ここでは単に「直線性の優れた大型直熱3極管」と割り切ることにしました．

WE**300B**の定格を表1にまとめました．WE**300B**の定格は年を経るごとに改訂され，最大プレート損失は最終的に40Wにまで増加しています．典型的な**300B**シングルアンプの2倍の出力16Wが目標です．

このくらいの大型パワーアンプになると，ステレオ構成ではかなりの重量になって取り扱いが大変なので，モノーラル構成で製作することにしました．若干コストアップになりますが，アースの引き回しをはじめとして内部配線がシンプルになって，かなり製作しやすくなります．

設計を始めてすぐに気がついたのは，簡単に**300B**プッシュプルアンプへの変更ができるということです．シャシーにはバランス調節用の孔まで用意しておいたので，秋の真空管オーディオ・フェアで聴いていただいた後で改造してみようかと今から考えています．

回　路

これまでWE**300B**は単に人気があるだけでなく，音の良い真空管として信仰にも近い憧れを持たれてきました．それゆえアンプを設計するにあたっては，安全第一の動作条件とすることが当たり前とされてきました．長期にわたって安定した動作のシングルアンプとなると，やはり自己バイアスということになるのでしょうか．

本機を製作するにあたって，試みとして固定バイアスで製作してみました．CR結合でパラシングルとするには，スペックシートに記載されているグリッド抵抗R_gを50kΩ以下にするという項目がネックになります．ドライブ管にとって，負荷が25kΩ以下（R_gが2本並列になって）ということは実に厳しい条件です．パラシングルアンプを固定バイアスで作るにはカソードフォロワードライブかトランスドライブしかないようです．

本機に採用したプスバン **300B** のグリッド電流を測ってみると，さすがに現行管は0.1 μA前後と非常に小さく，真空度がかなり高いと想像されます．そこで，R_g=220kΩとして動作させてみましたが，なんの問題もありません．長期間の安定動作は確認できていませんが，一概にダメとも言えないようです．機会があれば，固定バイアスで大出力アンプを試みたいと考えています．

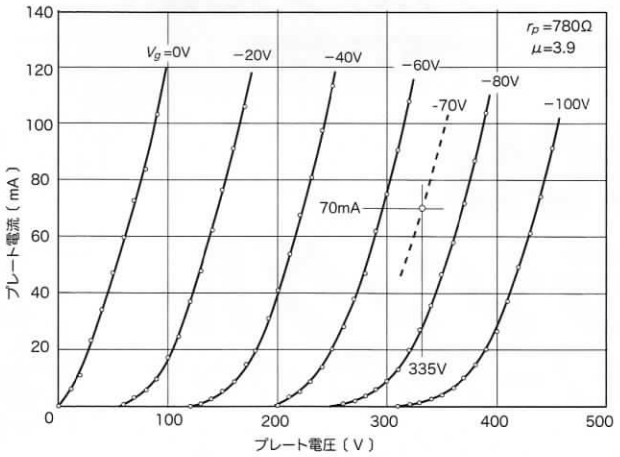
結果としては，CR結合でパラシングルアンプを製作するには自己バイアスでということに落ち付いたわけですが，動作点をどこに取るのかが問題となります．WE発表の **300B** シングル動作での動作例を**表1**に示しました．これ以外にもさまざまな動作例が存在しますが，プレート・カソード間電圧 $V_{p\text{-}k}$ = 350V，プレート電流 I_p = 70mA をベースとして設計を進めることにします．

プスバン **300B** (75mA ランク) のプレート特性を自分で測定しました．WE**300B** 同等管ということですが，自分で確認しないと気になるたちなので仕方ありません．その結果を**図1**に示します．思っていた以上に素晴らしいカーブで，オリジナルの特性ときれいに合っています．プスバン **300B** のランク違いは，エミッションというより μ がわずかにずれていることのようです．

電源トランス PMC-170M の320V端子を使った場合，ダイオード整流ならばB電圧はおよそ420Vとなります．チョークと出力トランスによる電圧降下があるので，B電圧は想定より5%ほど低い約405Vとなってしまいます．最大出力は若干低下してしまいますが，仕方ありません．

図1のカーブに $V_{p\text{-}k}$ = 335V，I_p = 70mA をあてはめてみると，バイアス電圧は約−70Vとなります．したがって自己バイアスの場合，カソード抵抗 R_k は70V / 70mA = 1kΩ，B電圧は335 + 70 = 405Vとなります．

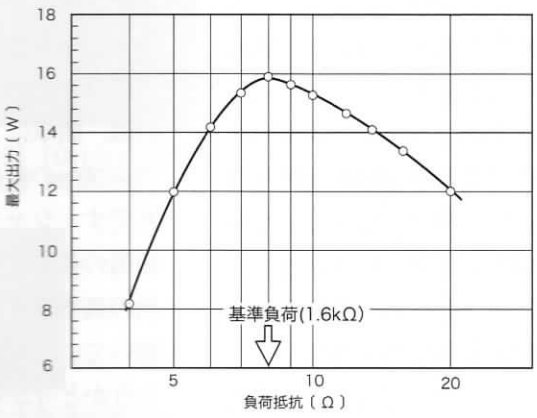
300B シングルアンプの典型的な負荷インピーダンスは3kΩあるいは3.5kΩです．出力を重視して2.5kΩ，歪率を重視して5kΩとすることもあるようです．本機は並列動作なので，半分の1.5～1.75kΩがメドとなります．今回は出力トランスに1.6kΩのもの (PMF-30WS-1.6k) を使うので，本当にそれで良いのかを確認するために，アンプ完成後に負荷抵抗を4Ωから20Ωまで変化させて



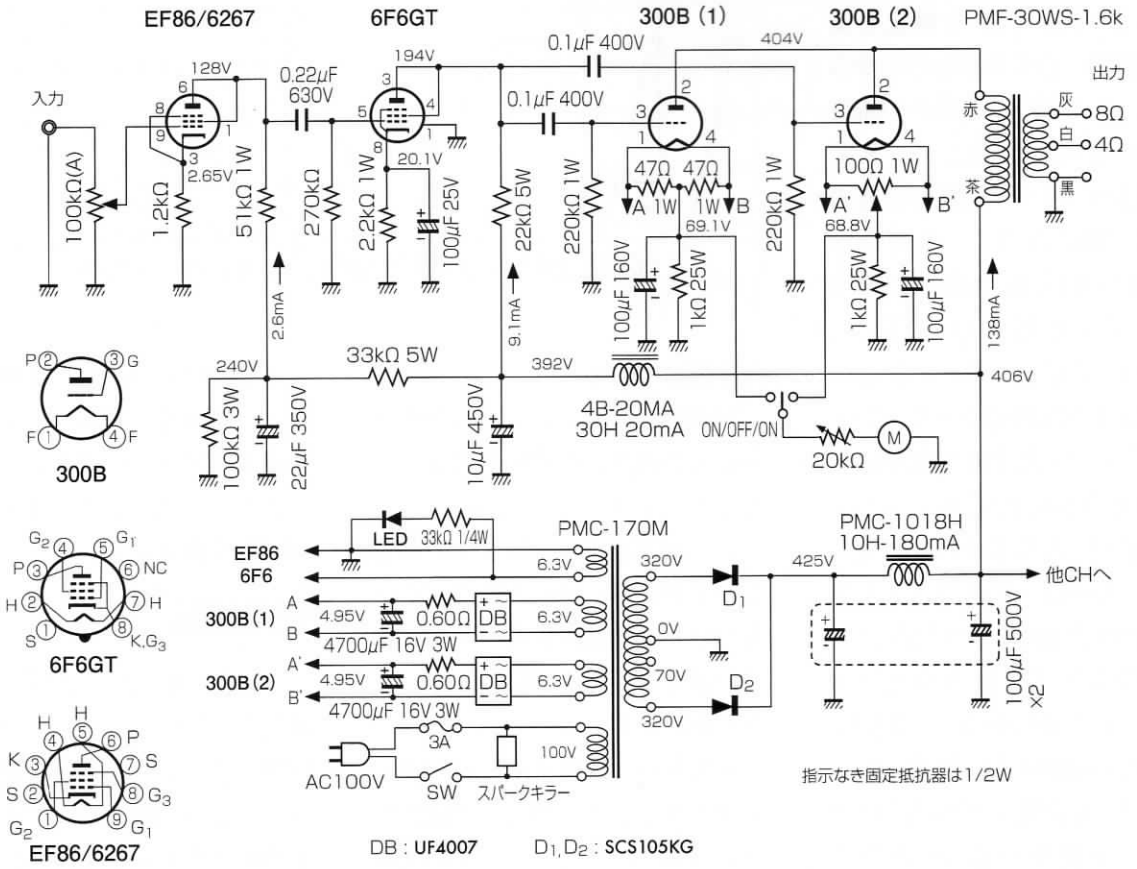
［図1］ プスバン 300B のプレート特性 (筆者測定)

［表1］ WE300B の定格と代表的な動作例
(Jan.1950, A.T.&T. Co.)

真空管		WE300B
フィラメント電圧 E_f 〔V〕		5.0
フィラメント電流 I_f 〔A〕		1.2
最大定格	プレート電圧 E_p 〔V〕	400
	プレート損失 P_p 〔W〕	36
	プレート電流 I_p 〔mA〕	100
	グリッド抵抗：固定バイアス r_g 〔kΩ〕	50
	自己バイアス r_g 〔kΩ〕	250
動作例 (A1級シングル)	増幅率 μ	3.9
	プレート抵抗 r_p 〔Ω〕	790
	相互コンダクタンス g_m 〔mA/V〕	5
	プレート電圧 E_p 〔V〕	350
	無信号時プレート電流 I_p 〔mA〕	60
	グリッド電圧 E_g 〔V〕	−74
	負荷抵抗 R_L 〔kΩ〕	4.0
	最大出力 (歪率5%) P_o 〔W〕	7
動作例 (A1級プッシュプル)	プレート電圧 E_p 〔V〕	350
	無信号時プレート電流 I_p 〔mA〕	170
	グリッド電圧 E_g 〔V〕	−67.5
	負荷抵抗 R_L 〔kΩ〕	4.0
	最大出力 (歪率2%) P_o 〔W〕	20



［図2］ 300B パラシングルの最適負荷特性



［図4］ 300B パラシングルアンプの全回路図

メントもコイルバネで吊っているというように，一目で違いがわかります．その代わりに価格はリーズナブルです．気になるのは，その電気的な特性が本当に同等かどうかということです．

その点は，前述のように実際に測定した特性が WE**300B** ととてもよく一致していたので，まずは一安心といったところです．肝心な音については，**300B** に関するだけでもガラスバルブや構造の違い，さらに出力トランスなどさまざまな要素が絡むので，完成してから確認するしかないようです．

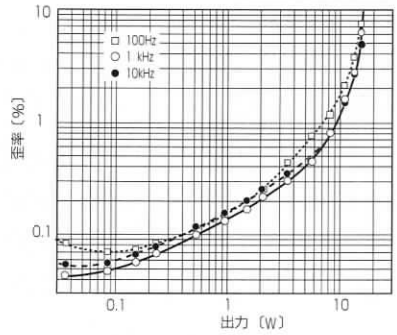
今回使用した4本のプスバン **300B** のプレート電流は同一計測条件で 66.7mA，66.1mA，66.0mA，65.7mA と 1%以内のバラツキに収まっていました．**300B** はこれに限るということではなく，ほかの製品でも信頼の置けるものがあれば，それを使えば良いでしょう．

ドライブ段の初段は **EF86/6267** を3結にし，さらに電流帰還をかけて増幅度の調節と歪率の低減に努めました．次段は **6F6GT** を，やはり3結にして電流を多めに流して使っています．これらの真空管は特にメーカーを指定しなければ，容易に購入することができます．

300B 用の UX ソケットと **6F6GT** 用の US ソケットは，真空管の温度が上昇するので五鱗貿易のタイト製を使いました．**EF86** 用の MT9 ピンソケットはシンチの下付きモールドを使いました．手に入らなければ国産の上付きで構いません．これまでも繰り返してきましたが，特にソケットは信頼の置ける良い品を使ってください．

真空管アンプで最も重要な部品（極端な言い方では出力管より）である出力トランスは，ノグチトランス販売の PMF-30WS-1.6k を使っています．図5に示した特性を見ても周波数帯域は 10Hz～70kHz（−3dB）と，特に高性能というわけではありません．ノグチトランス販売の小型出力トランスには高域に小さなピークがあるものが多く，これが出力トランス，翻って小型アンプの個性となっています．大型アンプではこのような個性は少々邪魔な存在ですが，PMF-30WS-1.6k では高域が素直に低下しているので，バランスの良い音が期待できそうです．

出力トランス PMF-30WS-1.6k は縦型枠締めリード線出しなので，高級感を演出するために五鱗貿易のアルミダイキャストのトランスカバー（サイズ 95W×105D×115H mm）を使うことにしました．チョークコイルも同様に，アルミダイキャストの小型トランスカバー（71W×64D×80H mm）に収めました（写真2）．



［図12］ 歪率特性（100Hz，1kHz，10kHz）

て2.5一定であり，60kHz以上では2.0以下にまで低下しています．

本機は無帰還なので，各周波数の歪率は出力に従って次第に増加する傾向となっています．歪率の数値は出力0.1W付近で0.05～0.06%と，無帰還アンプとしてはかなり良好です（図12）．**300B**のグリッド抵抗を変えると歪率がかなり変化することから，**300B**と**6F6GT**の間で歪みの打ち消しが働いていると考えられます．この特性では，各周波数の歪率カーブがほぼ一致していることが特徴的です．なお，1kHzと10kHzの測定では400Hzローカットフィルターを使っています．

方形波応答波形

抵抗負荷8Ωでの100Hz，1kHz，10kHzの方形波応答波形を図13に示します．応答波形は図10の周波数特性を反映したものとなっています．10kHzの波形には小さなリンギングさえも見られません．図10の範囲外の100kHz以上でもピークがないと考えられ，高域でのレスポンスが素直に低下していることを示しています．

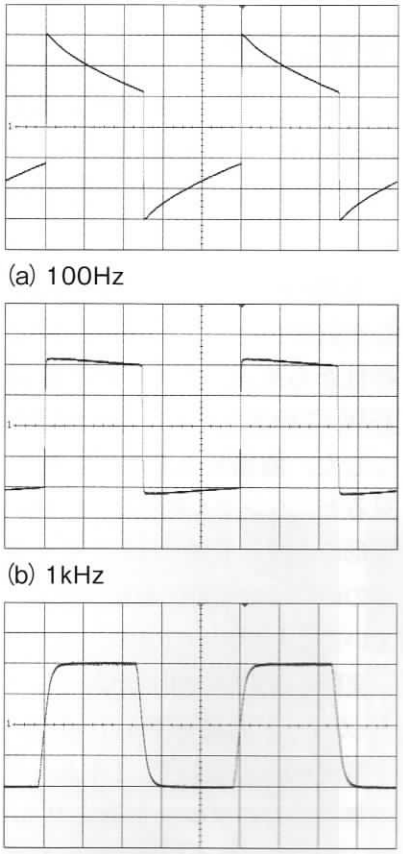
本機は無帰還ですが，念のため，無負荷と0.1 μFのみの容量負荷とした場合の10kHz矩形波応答波形を観測しました．図14のように無負荷では変化は見られず，容量負荷0.1 μFでは小さなリンギングが見られるものの，まったく問題はありません．

試聴とまとめ

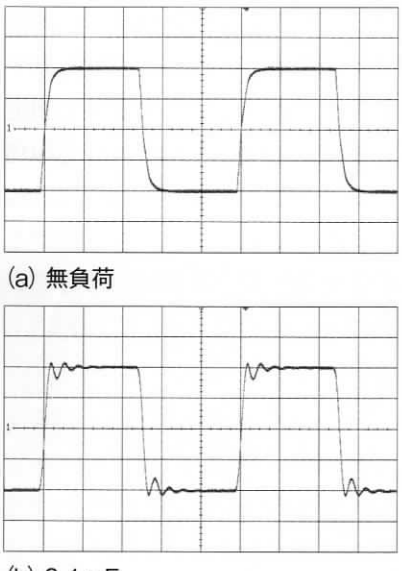
試聴はDinah Shoreの『DINAH SINGS, PREVIN PLAYS』(094636980225)とハイドンのチェロ協奏曲（ERATO WPCS-22081）を使いました．クラシックの指揮者，ピアニストとしても知られたアンドレ・プレヴィンのピアノが目を見張るようにきれいです．ジャズピアニストとしても知られた人ですが，クラシックのピアノの匂いがします．ダイナ・ショアの大人の雰囲気，上品な歌声は艶やかで伸び伸びとしています．チェロ協奏曲ではチェロが透明で美しく，瑞々しいとの印象です．

本アンプは無帰還ですので，パーツの影響，その中でも大きな比重を占めているのは**300B**と出力トランスです．特にPMF-30WS -1.6kは素晴らしいと感じました．インピーダンスの小さい出力トランスは1次巻線の巻数が少ないせいか特性に暴れが出にくいのでしょうか．**300B**と**6F6GT**の組み合わせによる低歪率とPMF-30WS-1.6kの素直な特性によってバランスが良く，ハーモニーの響きが自然で，伸び伸びと鳴るアンプとなりました．一般に**300B**のパラシングルアンプというとそれだけで作るのが難しく，上級者向けとの印象を受けてしまいます．しかし本機はモノーラル構成にしたこともあり，シンプルな構成ですので思いのほか製作は容易で，中級者向けです．

試聴はCDプレーヤー：マランツSA11-S2，自作ラインアンプ(本誌2015年2月号)，スピーカー：アルテック604-8Hのウーファー＋アルテック802D/811Bホーン＋CORAL H-100（ネットワークは自作），サブスピーカー：アコースティック・ラボ“ボレロ”で行っています．



［図13］ 8Ω 純抵抗負荷における方形波応答波形（2V/div.）



［図14］ 負荷開放ならびに容量負荷における10kHz方形波応答波形（2V/div.）